

# **LAPORAN**

**PENELITIAN DOSEN PEMULA  
DANA BANTUAN OPERASIONAL PERGURUAN TINGGI NEGERI  
FAKULTAS MIPA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
(FMIPA)**



## **JUDUL PENELITIAN**

**PEMODELAN PROBLEM EVAKUASI  
BENCANA TSUNAMI MELALUI PENDEKATAN  
*Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP)  
(Studi Kasus : Kelurahan Berkas Kota Bengkulu)**

**Tim Pengusul :**

**Zulfia Memi Mayasari, S.Si., M.Si. (0002127301)**

**Dra. Baki Swita. M.Sc (0023106003)**

**Ulfasari Rafflesia, S.Si., M.Si (0018118101)**

**JURUSAN MATEMATIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS BENGKULU  
NOPEMBER 2013**

## HALAMAN PENGESAHAN

Judul Usulan : Pemodelan Problem Evakuasi Bencana Tsunami Melalui Pendekatan *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP) (Studi Kasus : Kelurahan Berkas Kota Bengkulu)

### Peneliti

a. Nama lengkap : Zulfia Memi Mayasari, S.Si, M.Si  
b. NIDN : 0002127301  
c. Jabatan Fungsional : Lektor  
d. Program Studi : Matematika  
e. Nomor HP : 081367379697  
f. Alamat surel (email) : zulfiamemimaysari@yahoo.co.id

### Anggota (1)

a. Nama lengkap : Dra. Baki Swita, M.Sc  
b. NIDN : 0023106003  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu

### Anggota (2)

a. Nama lengkap : Ulfasari Rafflesia, S.Si, M.Si  
b. NIDN : 0018118101  
c. Perguruan Tinggi : Universitas Bengkulu

Institusi Mitra kerja : Tidak Ada  
Nama Institusi Mitra : -  
Alamat : -

Penanggung Jawab : Zulfia Memi Mayasari, S.Si, M.Si  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun.  
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 10.800.000,-  
Biaya Keseluruhan : Rp. 10.800.000,-



Mengetahui  
Dekan FMIPA

Dr. rer. nat. Totok Eka Suharto  
NIP. 195905031986021001

Bengkulu, 20 November 2013  
Ketua Peneliti

Zulfia Memi Mayasari, S.Si, M.Si  
NIP. 197312021998022001

Mengetahui/menyetujui  
Ketua Lembaga Penelitian  
Universitas Bengkulu

Drs. Sarwit Sarwono, M.Hum  
NIP. 195810121986031003

## RINGKASAN

Secara umum terdapat dua model pendekatan yang digunakan dalam model evakuasi yang menekankan pada estimasi waktu kemunculan. Kedua model tersebut adalah *makroskopik* dan *mikroskopik* (Hamacher and Chandra, 2011). Model *Makroskopik* umumnya didasarkan pada pendekatan optimasi. Karena waktu memainkan peranan penting dalam proses evakuasi, model pendekatan ini umumnya didasarkan pada model *dynamic network flow*. Karena tujuan dari sebuah permasalahan evakuasi dapat dinyatakan sebagai minimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi atau maksimasi jumlah orang yang dapat dievakuasi dalam sebuah wilayah pada waktu tertentu, sehingga problem evakuasi dapat dipandang sebagai *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP) dan dapat diselesaikan dengan pendekatan yang disebut *Temporally Repeated Flow Technique*. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang model matematik untuk problem evakuasi bencana tsunami di Kota Bengkulu. Output yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersusunnya model jalur evakuasi bencana tsunami di Kota Bengkulu yang optimal. Pelaksanaan kegiatan penelitian diawali dengan melakukan kajian terhadap teori dan pustaka yang berkaitan dengan model *dynamic flow* mulai dari tahap pemodelan sampai pada tahap analisis model. Hasil kajian model akan diimplementasikan pada problem evakuasi bencana tsunami dengan mengambil studi kasus pada Kelurahan Berkas Kota Bengkulu.

## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat\_Nya peneliti dapat menyelesaikan laporan kemajuan penelitian pembinaan dana BOPTN Tahun 2013 FMIPA Universitas Bengkulu dengan judul : Pemodelan Problem Evakuasi Bencana Tsunami Melalui Pendekatan *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP) (Studi Kasus : Kelurahan Berkas Kota Bengkulu). Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji suatu teori matematika kedalam dunia nyata khususnya pada upaya evakuasi bila terjadi bencana di suatu daerah.

Laporan kemajuan penelitian ini disusun sesuai dengan keterbatasan dan kemampuan yang peneliti miliki. Peneliti merasakan banyak sekali kekurangan khususnya yang berkaitan dengan teori dan data pendukung. Untuk itu peneliti mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan laporan penelitian ini kemudian.

Demikianlah laporan ini disusun agar dapat berguna dan kemajuan bagi kita semua di masa yang akan datang.

Bengkulu, November 2013  
peneliti

## DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN DAN SUMMARY	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
 BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	 3
2.1. Kota Bengkulu	3
2.2. Model <i>Makroskopik</i>	4
2.2.1. <i>Dynamic Network Flow</i>	4
2.2.2. <i>Maximum Dynamic Flow Problem</i> (MDFP)	5
2.2.3 <i>Temporally Repeated Flow Technique</i> (TRFT)	6
2.3. Tsunami	7
 BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	 8
3.1. Tujuan Penelitian	8
3.2. Manfaat Penelitian	8
 BAB IV. METODE PENELITIAN	 9
4.1. Wilayah Penelitian	9
4.2. Pelaksanaan Kegiatan	9
 BAB V. HASIL YANG DICAPAI	 11
5.1. Kajian Literatur	11
5.2. Pengumpulan Data dan Variabel Penelitian	11
5.3. Pembuatan <i>Static Network</i>	13
5.4. Pemodelan <i>Maximum Dynamic Flow Problem</i>	15
5.5. Implementasi Algoritma dan Pembuatan <i>Dynamic Flow</i>	17
5.6. Pembahasan	25
 BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	 27
5.1. Kesimpulan	27
5.2. Saran	27
 DAFTAR PUSTAKA	 28

## DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1. <i>Dynamic Flow</i> $G_T$	4
Gambar 2. Peta Citra Kelurahan Berkas	12
Gambar 3. <i>Static Network</i> Kelurahan Berkas	13
Gambar 4. <i>Static Network</i> yang Dilengkapi dengan Kapasitas Busur Berupa <i>Travel Time</i>	15
Gambar 5. Jaringan Jalan Terdekat dari <i>Node</i> Sumber Menuju <i>Node</i> Tujuan	23
Gambar 6. <i>Maximum Dynamic Flow</i> untuk <i>Node</i> Tujuan A	24
Gambar 7. <i>Maximum Dynamic Flow</i> untuk <i>Node</i> Tujuan B	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1. Peta Jaringan Jalan Kota Bengkulu	29
Lampiran 2. Data Titik Berkumpul Bila Terjadi Bencana Tsunami di Kota Bengkulu	30
Lampiran 3. Data panjang jalan yang Ada di Kelurahan Berkas	31
Lampiran 4. Daftar Riwayat Hidup Peneliti	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Kota Bengkulu merupakan salah satu wilayah yang terdapat di Pantai Barat Sumatera dan merupakan salahsatu daerah yang sangat rawan terhadap bencana gempa dan tsunami. Kondisi seperti ini mengharuskan Pemerintah Kota Bengkulu harus lebih fokus dalam mengantisipasi dan meminimalisir resiko bencana tsunami bagi masyarakat khususnya yang bermukim di wilayah pesisir. Tsunami adalah istilah dalam bahasa Jepang yang pada dasarnya menyatakan suatu gelombang laut yang terjadi akibat gempa bumi tektonik di dasar laut. Bencana tsunami sulit untuk diprediksi kapan akan terjadi dan dampak yang ditimbulkan oleh bencana ini sangat dahsyat sehingga dibutuhkan suatu manajemen bencana yang terencana. Melihat efek bahaya yang bisa ditimbulkan olen bencana tsunami maka perlu adanya upaya mitigasi bencana tsunami yang bertujuan untuk meminimalisir jumlah korban jiwa melalui perencanaan jalur evakuasi yang efektif (Harsanugraha, 2008, dan Damanik 2008). Dengan adanya jalur evakuasi yang efektif penduduk dapat menemukan jalur jalan untuk menuju tempat yang aman (titik berkumpul) terdekat dan tercepat. Salahsatu pendekatan matematik untuk meminimalisir dampak bencana tsunami terhadap masyarakat pesisir adalah melalui perancangan model matematika melalui teknik riset operasi untuk problem evakuasi bencana tsunami.

Secara umum terdapat dua model pendekatan yang digunakan dalam model evakuasi yang menekankan pada estimasi waktu kemunculan. Kedua model tersebut adalah *makroskopik* dan *mikroskopik* (Hamacher, dkk, 2001). Model *Makroskopik* umumnya didasarkan pada pendekatan optimasi. Karena waktu memainkan peranan



penting dalam proses evakuasi, model pendekatan ini umumnya didasarkan pada model *dynamic network flow*. Karena tujuan dari sebuah permasalahan evakuasi dapat dinyatakan sebagai minimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi atau maksimasi jumlah orang yang dapat dievakuasi dalam sebuah wilayah pada waktu tertentu, sehingga problem evakuasi dapat dipandang sebagai *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP).

Perumusan problem evakuasi bencana tsunami yang dipandang sebagai *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP) adalah memaksimumkan jumlah orang yang dievakuasi dalam rentang waktu tertentu dari beberapa sumber/tempat (*source node*) menuju tempat tujuan/tempat berkumpul (*sink node*). Dalam penelitian ini terdapat beberapa *source node* dan *sink node*.

Aplikasi riset operasi dalam persoalan MDFP ini dapat diselesaikan dengan pendekatan *Temporally Repeated Flow Technique* (Hamacher dkk, 2001) yang merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk problem evakuasi bencana tsunami dan penentuan jalur evakuasi sebagai upaya mitigasi bencana di Kota Bengkulu dengan mengambil studi kasus di Kelurahan Berkas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kota Bengkulu**

Propinsi Bengkulu khususnya Kota Bengkulu merupakan salah satu daerah yang rawan terhadap bencana tsunami. Kota Bengkulu tergolong pada daerah yang patut diwaspadai terhadap bahaya gempa bumi dan tsunami. Suwarsono( 2003) mengungkapkan bahwa terdapat 4 kecamatan dari 9 kecamatan di Kota Bengkulu tergolong daerah rawan terhadap bencana tsunami.

Antisipasi Pemerintah Kota Bengkulu terhadap ancaman bencana tsunami sudah dimulai tahun 2006, dimana pada saat itu telah dibuat beberapa titik aman dan titik berkumpul. Titik aman untuk berkumpul apabila terjadi tsunami yang telah ditentukan oleh pemerintah Kota Bengkulu berupa daerah-daerah sebagai berikut: Universitas Hazairin dengan ketinggian 15,100 m, Bundaran Bank Indonesia dengan ketinggian 15,036 m, Kantor Lurah Kebun Dahri dengan ketinggian 14,901 m, masjid Baitul Izzah 14,654 m, Rumah Sakit Umum Daerah Bengkulu lama dengan ketinggian 14,336 m (BPBD Prop. Bengkulu, 2010)

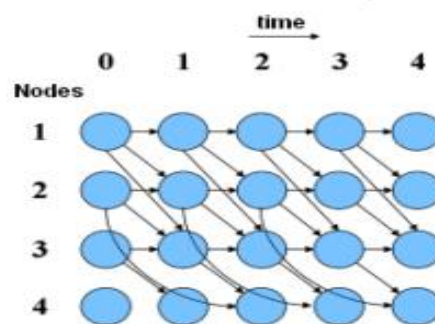
Namun penanganan apabila terjadi tsunami tidak cukup hanya dengan penentuan titik berkumpul. Berdasarkan pemantauan saat terjadi gempa bumi sering terjadi kepadatan pada jalur-jalur jalan, karena tidak ada pemisahan antara jalur evakuasi antar wilayah. Untuk itu perlu ada upaya penentuan jalur evakuasi yang semestinya harus ditempuh agar terhindar dari hambatan akibat kepadatan jalur dengan waktu yang lebih cepat sampai ke titik berkumpul yang ditentukan.

## 2.2. Model Makroskopik

Model *makroskopik* umumnya didasarkan pada pendekatan optimasi. Model ini tidak mempertimbangkan keputusan dan perbedaan individual dalam memilih rute evakuasi. Karena dalam proses evakuasi waktu memainkan peranan penting maka model ini umumnya didasarkan pada model *dynamic network flow*.

### 2.2.1. Dynamic Network Flow

*Dynamic network flow* merupakan model pendekatan optimasi yang sangat bergantung pada waktu tempuh. Gambar berikut menunjukkan model *dynamic network*



Gambar 1. *Dynamic Flow  $G_T$*

Pada Gambar.1 *node* menunjukkan simpul-simpul sumber (*source nodes*) dan simpul tujuan (*sink node*). Sementara busur-busur memiliki atribut berupa kapasitas busur dan waktu tempuh (*travel time*). Dalam problem evakuasi kapasitas busur adalah batas atas (*upper bound*) dari jumlah pengungsi yang dapat melintas busur per-unit waktu dan waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan untuk bergerak dari satu simpul ke simpul lain.

Gambar 1 menunjukkan *dynamic network*  $G_T$ , dimana  $T$  menyatakan rentang waktu (*time horizon*) yang terbagi menjadi periode waktu (*time period*)  $t$  dimana  $T = 4$  dengan asumsi bahwa semua atribut busur adalah konstan.

Dalam masalah evakuasi, tujuan utama dapat dinyatakan sebagai minimasi waktu yang dibutuhkan untuk mengevakuasi atau maksimasi jumlah orang yang dapat dievakuasi dalam sebuah rentang waktu  $T$ , sehingga dapat dinyatakan sebagai arus dinamik (*dynamic flow*) yang mencapai *sink node* pada periode  $T$ . Dengan demikian permasalahan fungsi tujuan seperti ini disebut pula *Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP).

### 2.2.2. Maximum Dynamic Flow Problem (MDFP)

*Maximum Dynamic Flow Problem* (MDFP) adalah problem memaksimumkan arus dinamik (*dynamic flow*) yang menuju *sink node* dalam rentang waktu  $T$ . Problem ini dapat digunakan untuk memodelkan proses evakuasi yang tidak mempunyai informasi yang jelas tentang jumlah orang yang dievakuasi.

Fungsi tujuan dari MDF didefinisikan sebagai berikut:

$$Max = \sum_{t=0}^{t=T} \sum_{i \in D} x_{id}(t) \quad (1)$$

$$y_i(t+1) - y_i(t) = \sum_{kePred(i)} x_{ki}(t - \lambda_{ki}) - \sum_{j \in succ(i)} x_{ij}(t) \quad (2)$$

$$t = 0, 1, \dots, T \quad \forall i \in N$$

$$y_i(0) = 0 \quad \forall i \in N \quad (3)$$

$$y_i(t) = 0 \quad \forall i \in S \cup D; \quad t = 1, \dots, t \quad (4)$$

$$0 \leq y_i(t) \leq a_i \quad (5)$$

$$t = 1, \dots, T \quad \forall i \in N - S \cup D$$

$$0 \leq x_{ij}(t) \leq b_{ij}, \quad t = 0, \dots, T - \lambda_{ki}, \quad \forall (i, j) \in A \quad (6)$$

dimana  $x_{id}$  = Flow/arus/jumlah orang yang dievakuasi pada waktu  $t$ ,

dari *node*  $i$  ke *node*  $d$  pada waktu  $t + \lambda_{id}$

$a_i$  = Kapasitas busur yang ditinggalkan  $a_i$  /kapasitas *holdover* ( $i(t)$ ,  $i(t+1)$ )

$b_{ij}$  = Kapasitas busur ( $i,j$ )

$N$  = *Node*/simpul

$A$  = *Arc* / busur

$\lambda_{ij}$  = *Travel time* / waktu tempuh dari *node*  $i$  ke *node*  $j$

$S$  = Himpunan *source node* dari *static network*  $G_T$

$D$  = Himpunan *sink node* dari *static network*  $G_T$

Solusi MDFP (1) – (6) didapat dengan mengulang arus yang mungkin sepanjang rantai (*chain*) dari *static network* dari simpul sumber (*source node*) ke simpul tujuan (*sink node*). Karena itu penyelesaian MDFP (1) – (6) dapat dilakukan dengan pendekatan *Temporally Repeated Flow Technique*.

### 2.2.3 Temporally Repeated Flow Technique (TRFT)

#### Definisi 1.

Rantai (*chain*) adalah barisan *node-node*  $P = \{i_1, i_2, \dots, i_k\}$   $k \geq 2$  sehingga  $(i_j, i_{j+1}) \in A$  dan  $i_j \neq i_j$  jika  $j \neq j$  untuk  $j, j = 1, 2, \dots, k - 1$ . Dengan kata lain pada *chain* tidak terdapat *node* yang diulang.

#### Definisi 2.

Misalkan  $T = \{p_1, p_2, \dots, p_e\}$  adalah himpunan *chain flow* dan misalkan  $|p_i|$  *chain flow* sepanjang *path*  $p_i$ .  $T$  adalah dekomposisi dari *chain* pada *static flow*  $f$  jika dan hanya jika  $\sum_{i=1}^l |p_i| = f$

#### Teorema 3. (Hamacher dkk, 2001)

Mencari *maximum dynamic flow* adalah ekuivalen dengan menyelesaikan *minimum cost flow problem* (MCFP) yaitu *temporally repeated flow* yang didapat dari

dekomposisi *chain/rantai* dari suatu *minimum cost flow* adalah *maximum dynamic flow*.

Berdasarkan Teorema 3, untuk menyelesaikan MDFP dan kemudian mencari maksimal jumlah orang yang dapat dievakuasi dalam periode waktu  $T$  dapat diselesaikan dengan menyelesaikan *Minimum Cost Flow Problem* dari *static network*  $G$ .

### 2.3. Tsunami

Tsunami merupakan gelombang laut berperiode panjang yang terbentuk akibat adanya energi yang merambat ke lautan akibat gempa bumi, letusan gunung berapi dan runtuhnya lapisan-lapisan kerak bumi yang diakibatkan bencana alam tersebut di samudera atau di dasar laut, peristiwa yang melibatkan pergerakan kerak bumi seperti pergeseran lempeng di dasar laut, atau dampak tumbukan meteor.

Daerah di sebelah Barat Sumatera mempunyai banyak sumber gempa bumi karena posisinya pada jalur tabrakan lempeng, dimana lempeng dari lautan (lempeng Samudra Hindia atau lempeng Indo-Australia) di sebelah Selatan bergerak ke Utara, ke arah bawah Kepulauan Mentawai dan Pulau Sumatra yang merupakan lempeng benua atau disebut lempeng Eurasia.

Adapun desakan lempeng Samudra Hindia ini ikut menyeret lempeng benua melesak ke dalam, sehingga pulau-pulau yang melekat di atasnya ikut terseret ke bawah dan mendekati Sumatra ke arah timur laut. Akibatnya beberapa pulau terlihat seolah akan tenggelam. Ini tampak pada pohon-pohon yang tadinya tumbuh di darat kini telah mati karena terendam air laut. Selama puluhan sampai ratusan tahun, tekanan lempeng Samudra Hindia ini akan terus meningkat sampai melampaui kekuatan batuan, sehingga batuan di bawah pulau-pulau akan pecah dan bergeser secara tiba-tiba, dan timbulah gempa bumi.

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Tujuan umum penelitian ini adalah merancang model matematik untuk problem evakuasi bencana tsunami di Kota Bengkulu. Secara teoritis tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji/menerapkan teori Riset Operasi Program Dinamik dalam manajemen jalur evakuasi bila terjadi bencana di suatu daerah. Output yang diharapkan dari penelitian ini adalah didapat jalur evakuasi yang optimal dari beberapa sumber/tempat (*source node*) menuju tempat tujuan (*sink node*) di Kota Bengkulu.

#### **3.2 Manfaat Penelitian**

Kota Bengkulu merupakan salahsatu daerah rawan bencana tsunami, hal ini disebabkan karena wilayah Propinsi Bengkulu terletak di sepanjang pantai barat Pulau Sumatera. Berdasarkan pemantauan saat terjadi gempa bumi sering terjadi kepadatan pada jalur-jalur jalan karena tidak ada informasi tentang jalur terdekat/terpendek yang harus dilalui oleh warga pada saat terjadi bencana gempa bumi. Untuk itu perlu ada upaya menentukan jalur-jalur jalan yang semestinya dilewati agar terhindar dari hambatan akibat kepadatan jalur dan lebih cepat sampai ke tujuan.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan arahan bagi pembangunan Kota Bengkulu dalam menyusun mitigasi bencana khususnya penentuan jalur evakuasi sebagai upaya mengantisipasi resiko bencana tsunami bagi masyarakat pesisir khususnya di Kota Bengkulu.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1. Wilayah Penelitian**

Wilayah penelitian yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah wilayah pemukiman dan jaringan jalan di Kelurahan Berkas yang berada di Kecamatan Teluk Segara yang merupakan salahsatu dari 9 kecamatan yang terdapat dalam wilayah administrasi Kota Bengkulu yang tergolong dalam wilayah rawan terhadap bencana tsunami.

#### **4.2. Pelaksanaan Kegiatan**

Kegiatan penelitian ini akan dikerjakan selama 6 bulan kalender. Pelaksanaan kegiatan penelitian diawali dengan melakukan kajian terhadap teori dan pustaka yang berkaitan dengan model *dynamic flow* mulai dari tahap pemodelan sampai pada tahap analisis model. Hasil kajian model akan diimplementasikan pada problem evakuasi bencana tsunami. Implementasi model ini memerlukan studi awal tentang wilayah pesisir khususnya pada lokasi-lokasi permukiman masyarakat pesisir yang terdapat dalam Kelurahan Berkas Kecamatan Teluk Segara yang diekstraksi dari hasil penelitian Fauzi, dkk (2012). Studi awal ini dimaksudkan untuk memahami karakteristik model *dynamic flow* dan menghimpun data tentang wilayah pemukiman dan jaringan jalan di lokasi penelitian. Setelah aktifitas ini dilakukan baru melaksanakan tahapan penelitian yang akan dilaksanakan. Uraian setiap tahapan penelitian seperti berikut:

**Tahap 1.** Pada tahapan ini akan dilakukan kegiatan pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder. Data primer didapat dari survey langsung kelokasi penelitian untuk mendapatkan data tentang wilayah permukiman. Sedangkan



pengumpulan data sekunder dilakukan melalui penelusuran berbagai pustaka yang ada. Data yang akan dikumpulkan berupa data (a) jaringan jalan dan panjang jalan yang didapat dari peta jaringan jalan Kota Bengkulu, (b) data titik berkumpul yang terdekat dengan Kelurahan Berkas, (c) Data panjang jalan yang ada di kelurahan berkas.

**Tahap 2.** Pada tahap ini dilakukan pemodelan dengan menggambarkan *static network G* dari data-data yang didapat pada tahap 1. Dalam *static network* ini terdapat 2 *sink node* dan 13 *source node*.

**Tahap 3.** Model yang didapat pada tahap 2 diselesaikan untuk mendapat solusi optimal berupa jarak terdekat dari masing-masing sumber/tempat (*source node*) ke tempat tujuan (*sink node*) yang kemudian digambarkan sebagai *dynamic flow* dan kemudian akan dianalisis.

## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

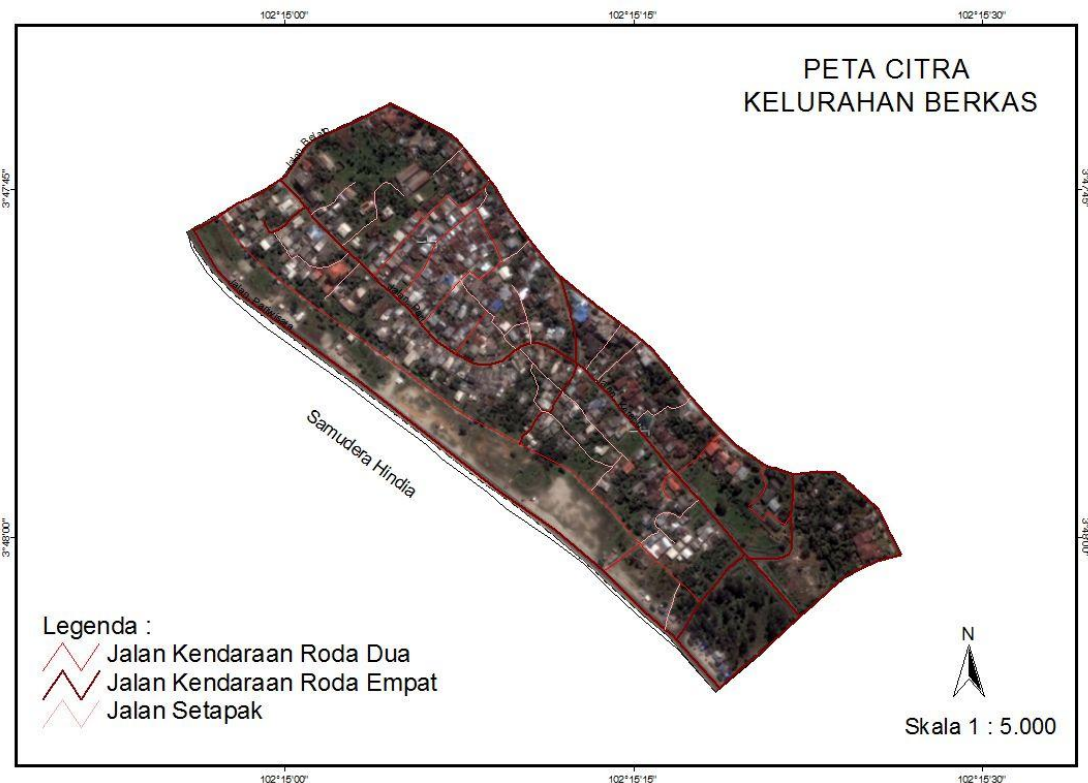
#### **5.1 Kajian Literatur**

Kajian literatur terhadap teori dan pustaka yang berkaitan dengan model *dynamic flow* mulai dari tahap pemodelan sampai pada tahap analisis model. Kajian terhadap teori memerlukan literatur dan referensi yang mendukung penelitian. Literatur yang dicari adalah artikel-artikel ilmiah yang berkaitan dengan problem dan pemodelan evakuasi bencana.

#### **5.2 Pengumpulan Data dan Variabel Penelitian**

Hasil kajian terhadap literatur telah menghasilkan beberapa parameter yang harus dicari untuk dijadikan variabel dalam pemodelan evakuasi. Beberapa parameter tersebut adalah panjang jaringan jalan di wilayah studi dan data titik berkumpul tsunami yang merupakan lokasi terdekat dari wilayah studi untuk mengamankan diri.

Jaringan jalan merupakan data yang sangat penting dalam penelitian ini, karena parameter ini yang akan dijadikan model *network* dengan menggunakan model *dynamic flow*. Jaringan jalan yang terdapat di wilayah studi dapat dilihat dalam peta citra berikut berikut:



Gambar 2. Peta Citra Kelurahan Berkas

Sedangkan untuk data titik berkumpul, dari hasil pengamatan dan survey di lapangan bahwa lokasi titik berkumpul yang terdekat dengan Kelurahan Berkas adalah titik berkumpul lapangan merdeka dan Mesjid At Taqwa (lampiran 2).

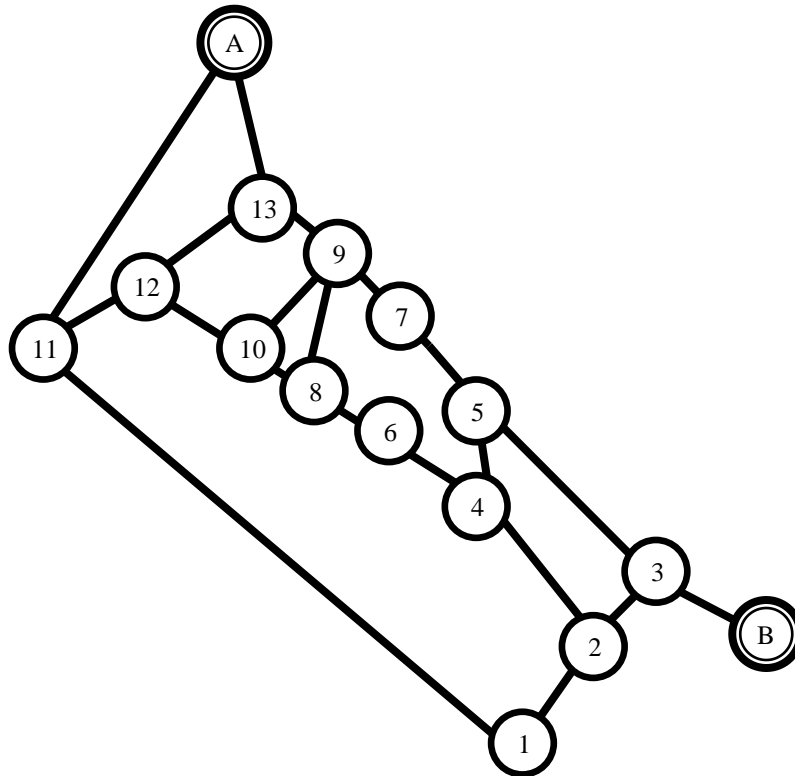
Panjang jalan di Kota Bengkulu dapat dilihat dalam lampiran 3.

Parameter yang tidak kalah penting adalah kapasitas jalan. Kapasitas jalan adalah jumlah kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu jalan pada periode waktu tertentu. Dapat juga didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dilewati pada jalan tersebut.

Dalam penelitian ini semua jaringan jalan yang dapat dilalui oleh pejalan kaki masuk dalam lingkup penelitian (jalan sempit/gang). Kondisi jalan yang cukup panjang dimana pergerakan manusia dari jalan tersebut menuju keluar/jalan lain/persimpangan membutuhkan waktu yang cukup lama maka kapasitas jalan disini tidak dapat dihitung, dengan kata lain kapasitas jalan tak hingga.

### 5.3. Pembuatan *Static Network*

Berdasarkan data yang didapat untuk wilayah Kelurahan Berkas dapat digambarkan *static network* seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. *Static Network* Kelurahan Berkas

Keterangan:

A : *Sink node*/tempat berkumpul (Lapangan Merdeka)

B : *Sink node*/tempat berkumpul (Mesjid At-Taqwa)

(1,11) : Jalan Pariwisata Pantai Panjang

(1,2) : Jalan dari Jl. Pariwisata ke Jl. Kerapu

(2,3) : Jalan dari Jl. Kerapu ke Simbang Kuburan

(6,8), (8,10), (10,12) : Jalan Pari

(2,4), (4,6) : Jalan Kerapu

(4,5) : Jalan ke simbang Mesjid Baitul Hamdi

(6,7) : Jalan ke simbang gapura Jl. Prof. Hazairin

(8,9) : Gang 1 ke Jl. Prof. Hazairin

(10,9) : Gang 2 ke Jl. Prof. Hazairin

- (12,13) : Jalan Belato  
 (13,A) : Jalan Prof. Hazairin  
 (9,13), (7,9) : Jalan M. Hasan  
 (3,5), (5,7) : Jalan M. Hasan  
 (3,B) : Jalan Soekarno  
 1 : Simpang ke 1 Jl. Pariwisata  
 2 : Simpang ke 1 Jl. Kerapu  
 3 : Simpang Kuburan  
 4 : Simpang ke 2 Jl, Kerapu  
 5 : Simpang Mesjid Baitul Hamdi  
 6 : Simpang ke 1 Jl. Pari  
 7 : Simpang Gapura Jl. Prof. Hazairin  
 8 : Simpang ke 2 Jl. Pari  
 9 : Simpang ke 1 Jl.Prof. Hazairin  
 10 : Simpang ke 3 Jl. Pari  
 11 : Simpang ke 2 Jl. Pariwisata  
 12 : Simpang ke 4 Jl. Pari  
 13 : Simpang Jl. Belato

*Static Network* pada Gambar 3 kemudian dilengkapi dengan kapasitas busur berupa *travel time*/waktu tempuh. Jarak antar *node* dihitung dengan menggunakan fasilitas *Google Earth* dan dengan mengasumsikan rata-rata kecepatan orang berjalan adalah 6 km/jam = 1,6 m/det dan diperoleh hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak, *Travel Time* Antar *Node* dan Kapasitas Busur

Node	Jarak (m)	Travel Time (menit)	Kapasitas Busur
1 - 2	138,1	1,4	$\infty$
2 - 3	119,5	1,2	$\infty$
1 - 11	827,5	8,6	$\infty$
2 - 4	341,9	3,6	$\infty$
3 - 5	386,0	4,0	$\infty$
4 - 5	104,5	1,1	$\infty$
4 - 6	202,3	2,1	$\infty$
5 - 7	103,5	1,1	$\infty$
6 - 7	177,4	1,8	$\infty$
6 - 8	48,7	0,5	$\infty$



Misalkan  $\gamma = \langle |p|, p \rangle$  adalah aliran rantai. *temporally repeated flow*  $\gamma^T$  adalah aliran dinamis yang didapat dengan mengulang  $(T + 1 - \lambda(p))$  kali rantai yaitu dengan memindahkan  $|p|$  unit aliran setiap periode waktu dari waktu ke  $T + 1 - \lambda(p)$  sepanjang *path* yang sama (*static p*)

Selanjutnya berdasarkan Teorema 3 bahwa *maximum dynamic flow problem* dapat diselesaikan sebagai *minimum cost flow problem* (MCFP) dalam *static network*  $G$ , khususnya *temporally repeated flow* yang didapat dari dekomposisi rantai dari suatu *minimum cost flow* adalah *maximum dynamic flow*.

Untuk menyelesaikan *maximum dynamic flow problem* dan kemudian mencari jumlah maksimum orang yang dapat dievakuasi dalam rentang waktu  $T$  cukup dengan menyelesaikan *minimum cost flow problem* dalam *static network*  $G$ .

Berikut ini adalah algoritma dalam menyelesaikan kasus *minimum cost flow problem*.

### Algoritma 1

Langkah 1 : Aplikasikan *algoritma minimum cost flow* ini pada *static network*

awal/asli  $G$ . Misalkan  $\chi^*$  adalah solusi optimal.

Langkah 2 : Dekomposisi  $\chi^*$  kedalam  $k$  aliran rantai pada  $P_1, P_2, \dots, P_l$  sehingga

$$\chi^* = \sum_{i=1}^{i=l} |p_i|$$

Langkah 3 : Ulangi setiap aliran rantai  $P_i$  mulai waktu 0 sampai  $T + 1 - \lambda(P)$

Setelah algoritma 1 diselesaikan kemudian digambarkan sebagai *maximum dynamic flow* untuk menghitung total *dynamic flow* dalam rentang waktu  $T$  yang ditentukan.

## 5.5. Implementasi Algoritma dan Pembuatan *Dynamic Flow*

Dalam penelitian ini rentang waktu yang diambil  $T = 7$  unit waktu karena waktu paling lama dari *node* sumber menuju *node* tujuan adalah 7 menit. Hal ini berarti 1 unit waktu = 1 menit.

### A. Sink *node*/ *node* tujuan = *node* A

Untuk *node* tujuan A setelah dilakukan perhitungan dari masing-masing *source node*/*node* sumber didapat waktu tercepat untuk mencapai *node* A yaitu:

#### 1. Node (13,A)

$$P_1 = (13,A), \lambda(P_1) = 3,3 \text{ menit} = 3 \text{ menit}, |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 3 = 5$  kali untuk  $t = 0,1,2,3,4$ .

#### 2. Node (12,13, A)

$$P_1 = (12,13,A), \lambda(P_1) = 2,2 + 3,3 = 5,5 \text{ menit} = 6 \text{ menit}, |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 6 = 2$  kali untuk  $t = 0,1$ .

#### 3. Node (11,A)

$$P_1 = (11,A), \lambda(P_1) = 5,3 \text{ menit} = 5 \text{ menit}, |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 5 = 3$  kali untuk  $t = 0,1,2$ .

#### 4. Node (9,13,A)

$$P_1 = (9,13,A), \lambda(P_1) = 0,7 + 3,3 = 4 \text{ menit}, |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 4 = 4$  kali untuk  $t = 0,1,2,3$ .

#### 5. Node (10,9,13,A)

$$P_1 = (10,9,13,A), \lambda(P_1) = 1,9 + 0,7 + 3,3 = 5,9 \text{ menit} = 6 \text{ menit}, |P_1| = \infty$$



Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 6 = 2$  kali  
untuk  $t = 0,1$ .

6. *Node* (8,9,13,A)

$P_1 = (8,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_1) = 2,1 + 0,7 + 3,3 = 6,1$  menit = 6 menit,  $|P_1| = \infty$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 6 = 2$  kali  
untuk  $t = 0,1$ .

7. *Node* (7,9,13,A)

$P_1 = (7,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_1) = 1,1 + 0,7 + 3,3 = 5,1$  menit = 5 menit,  $|P_1| = \infty$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 5 = 3$  kali  
untuk  $t = 0,1,2$ .

8. a. *Node* (6,7,9,13,A)

$P_1 = (6,7,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_1) = 1,8 + 1,1 + 0,7 + 3,3 = 6,9$  menit = 7 menit

$|P_1| = \infty$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 7 = 1$  kali  
untuk  $t = 0$ .

b. *Node* (6,8,9,13,A)

$P_2 = (6,8,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_2) = 0,5 + 2,1 + 0,7 + 3,3 = 6,6$  menit = 7 menit

Dengan  $T = 7$ ,  $P_2$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_2) = 7 + 1 - 7 = 1$  kali  
untuk  $t = 0$ .

9. *Node* (5,7,9,13,A)

$P_1 = (5,7,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_1) = 1,1 + 1,1 + 0,7 + 3,3 = 6,2$  menit = 6 menit

$|P_1| = \infty$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 6 = 2$  kali  
untuk  $t = 0,1$ .

10. *Node* (4,5,7,9,13,A)

$P_1 = (4,5,7,9,13,A)$ ,  $\lambda(P_1) = 1,1 + 1,1 + 1,1 + 0,7 + 3,3 = 7,3$  menit

$$= 7 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 7 = 1$  kali untuk  $t = 0$ .

Untuk *node* 1, 2, dan 3 setelah dilakukan perhitungan, *node* tujuan terdekat adalah *node* B.

11. (3,5,7,9,13,A)

$$P_1 = (3,5,7,9,13,A), \lambda(P_1) = 4,0 + 1,1 + 1,1 + 0,7 + 3,3 = 10,2 \text{ menit}$$

$$= 10 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

12. *Node* (2,4,5,7,9,13,A)

$$P_1 = (2,4,5,7,9,13,A), \lambda(P_1) = 3,6 + 1,1 + 1,1 + 1,1 + 0,7 + 3,3 = 10,9 \text{ menit}$$

$$= 11 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

13. *Node* (1,2,4,5,7,9,13,A)

$$P_1 = (1,2,4,5,7,9,13,A), \lambda(P_1) = 1,4 + 3,6 + 1,1 + 1,1 + 1,1 + 0,7 + 3,3$$

$$= 12,3 \text{ menit} = 12 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

### **B. Sink node/node tujuan = node B**

Untuk *node* tujuan B setelah dilakukan perhitungan dari masing-masing *source node/node* sumber didapat waktu tercepat untuk mencapai *node* B yaitu:

1. *Node* (3,B)

$$P_1 = (3,B), \lambda(P_1) = 4 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 4 = 4$  kali untuk  $t = 0,1,2,3$ .

2. *Node* (2,3,B)

$$P_1 = (2,3,B), \lambda(P_1) = 1,2 + 4,0 = 5,2 \text{ menit} = 5 \text{ menit, } |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 5 = 3$  kali untuk  $t = 0,1,2$ .

3. *Node* (1,2,3,B)

$$P_1 = (1,2,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,4 + 1,2 + 4,0 = 6,6 \text{ menit} = 7 \text{ menit}, \quad |P_1| = \infty$$

Dengan  $T = 7$ ,  $P_1$  harus diulang sebanyak  $T + 1 - \lambda(P_1) = 7 + 1 - 7 = 1$  kali untuk  $t = 0$ .

Untuk *node* 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 dan 13 setelah dilakukan perhitungan, *node* tujuan terdekat adalah *node* A.

4. *Node* (5,3,B)

$$P_1 = (5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 4,0 + 4,0 = 8 \text{ menit}, \quad |P_1| = \infty$$

5. a. *Node* (4,2,3,B)

$$P_1 = (4,2,3,B), \quad \lambda(P_1) = 3,6 + 1,2 + 4,0 = 8,8 \text{ menit} = 9 \text{ menit}, \quad |P_1| = \infty$$

b. *Node* (4,5,3,B)

$$P_2 = (4,5,3,B), \quad \lambda(P_2) = 1,1 + 4,0 + 4,0 = 9,1 \text{ menit} = 9 \text{ menit}, \quad |P_2| = \infty$$

6. *Node* (7,5,3,B)

$$P_1 = (7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,1 + 4,0 + 4,0 = 9,1 \text{ menit} = 9 \text{ menit}, \quad |P_1| = \infty$$

7. a. *Node* (6,7,5,3,B)

$$P_1 = (6,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,8 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 10,9 \text{ menit} = 11 \text{ menit}$$

$$|P_1| = \infty$$

b. *Node* (6,4,2,3,B)

$$P_2 = (6,4,2,3,B), \quad \lambda(P_2) = 2,1 + 3,6 + 1,2 + 4,0 = 10,9 \text{ menit} = 11 \text{ menit}$$

$$|P_2| = \infty$$

c. *Node* (6,4,5,3,B)

$$P_3 = (6,4,5,3,B), \quad \lambda(P_3) = 2,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 11,2 \text{ menit} = 11 \text{ menit}$$

$$|P_3| = \infty$$

8. *Node* (9,7,5,3,B)

$$P_1 = (9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 10,2 \text{ menit} = 10 \text{ menit}$$

$$|P_1| = \infty$$

9. *Node* (8,6,4,2,3,B)

$$P_1 = (8,6,4,2,3,B), \quad \lambda(P_1) = 0,5 + 2,1 + 3,6 + 1,2 + 4,0 = 11,4 \text{ menit}$$

$$= 11 \text{ menit, } |P1| = \infty$$

10. a. *Node* (10,9,7,5,3,B)

$$P_1 = (10,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,9 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 12,1 \text{ menit}$$

$$= 12 \text{ menit, } |P1| = \infty$$

b. *Node* (10,8,6,4,2,3,B)

$$P_2 = (10,8,6,4,2,3,B), \quad \lambda(P_2) = 0,9 + 0,5 + 2,1 + 3,6 + 1,2 + 4,0 = 12,3 \text{ menit}$$

$$= 12 \text{ menit, } |P2| = \infty$$

11. *Node* (13,9,7,5,3,B)

$$P_1 = (13,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 0,7 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 11 \text{ menit}$$

$$|P1| = \infty$$

12. a. *Node* (12,13,9,7,5,3,B)

$$P_1 = (12,13,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 2,2 + 0,7 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 13,1 \text{ menit}$$

$$= 13 \text{ menit, } |P1| = \infty$$

b. *Node* (12,10,9,7,5,3,B)

$$P_2 = (12,10,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_2) = 1,2 + 1,9 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0 = 13,3 \text{ menit}$$

$$= 13 \text{ menit, } |P2| = \infty$$

13. a. *Node* (11,12,13,9,7,5,3,B)

$$P_1 = (11,12,13,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_1) = 1,4 + 2,2 + 0,7 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0$$

$$= 14,5 \text{ menit} = 15 \text{ menit, } |P1| = \infty$$

b. *Node* (11,12,10,9,7,5,3,B)

$$P_2 = (11,12,10,9,7,5,3,B), \quad \lambda(P_2) = 1,4 + 1,2 + 1,9 + 1,1 + 1,1 + 4,0 + 4,0$$

$$= 14,7 \text{ menit} = 15 \text{ menit, } |P2| = \infty$$

Dari hasil perhitungan didapat waktu tercepat/jarak terdekat dari masing-masing *node* sumber menuju *node* tujuan adalah:

1. Waktu tercepat/jarak terdekat untuk menuju *node* tujuan A berasal dari *node*

4,5,6,7,8,9,10,11,12 dan 13 dengan jalur-jalur berikut:

13  $\longrightarrow$  A

12  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

11  $\longrightarrow$  A

10  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

8  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

7  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

6  $\longrightarrow$  7  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A atau 6  $\longrightarrow$  8  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

5  $\longrightarrow$  7  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

4  $\longrightarrow$  5  $\longrightarrow$  7  $\longrightarrow$  9  $\longrightarrow$  13  $\longrightarrow$  A

2. Waktu tercepat/jarak terdekat untuk menuju *node* tujuan B berasal dari *node*

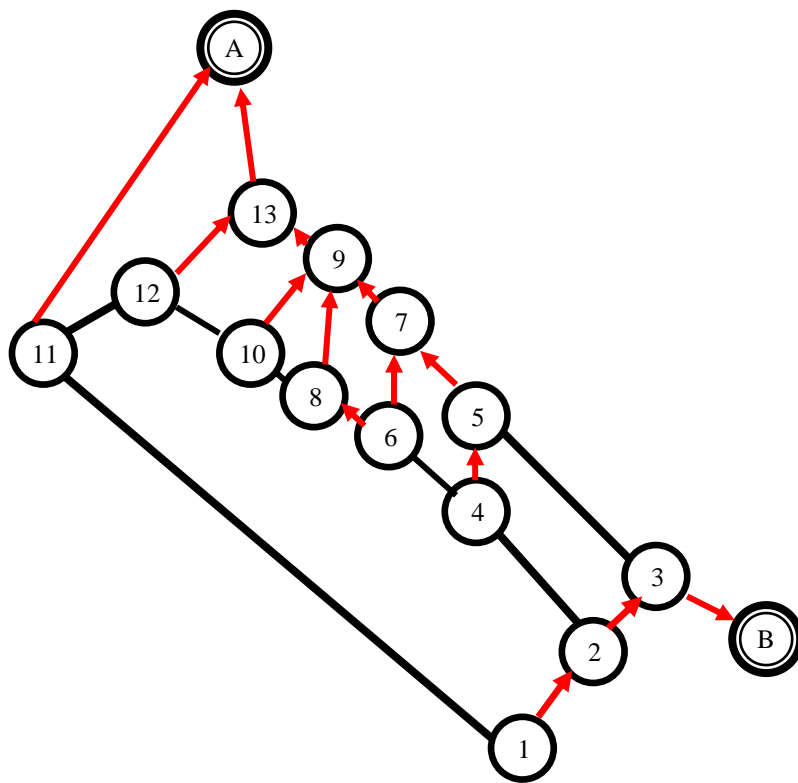
1, 2 dan 3 dengan jalur-jalur berikut:

3  $\longrightarrow$  B

2  $\longrightarrow$  3  $\longrightarrow$  B

























































































1  $\longrightarrow$  2  $\longrightarrow$  3  $\longrightarrow$  B

Jalur-jalur yang didapat tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:



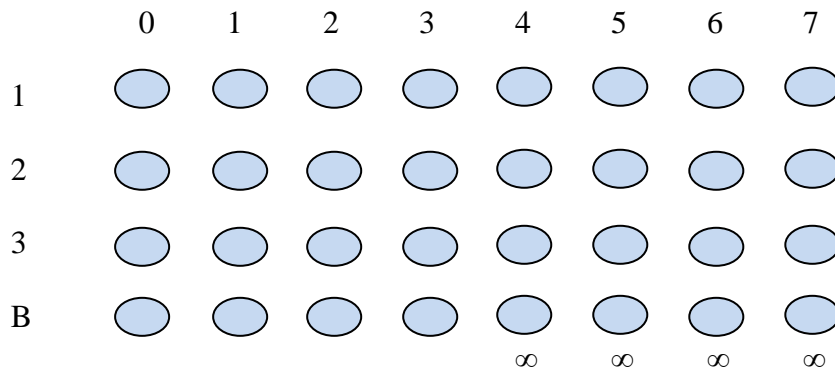
Gambar 5. Jaringan Jalan Terdekat dari *Node* Sumber Menuju *Node* Tujuan

Hasil yang didapat ini selanjutnya digambarkan dalam *dynamic flow*, dengan mengambil *time horizon*/rentang waktu  $T = 7$ .

	0	1	2	3	4	5	6	7
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
A								
				$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$	$\infty$

Gambar 6. *Maximum Dynamic Flow* untuk *Node Tujuan A*

Gambar 6 menunjukkan total *dynamic flow* adalah  $\infty$  yang datang pada waktu  $t = 3, 4, 5, 6$  dan  $7$ . Ini artinya diperlukan waktu minimal 3 unit waktu/3 menit untuk dapat menuju *node* tujuan A dari *node* 13, 5 unit waktu/5 menit untuk dapat menuju *node* tujuan A dari *node* 7, 11 dan 12, 6 unit waktu/6 menit untuk dapat menuju *node* tujuan A dari *node* 5, 8 dan 10, 4 unit waktu/4 menit untuk dapat menuju *node* tujuan A dari *node* 9, dan 7 unit waktu/7 menit untuk dapat menuju *node* tujuan A dari *node* 4 dan 6.



Gambar 7. *Maximum Dynamic Flow* untuk *Node Tujuan B*

Gambar 7 menunjukkan total *dynamic flow* adalah  $\infty$  yang datang pada waktu  $t = 4, 5, 6$  dan  $7$ . Ini artinya diperlukan waktu minimal 4 unit waktu/4 menit untuk dapat menuju *node* tujuan B dari *node* 3, 5 unit waktu/5 menit untuk dapat menuju *node* tujuan B dari *node* 2, dan 6 unit waktu/6 menit untuk dapat menuju *node* tujuan B dari *node* 1.

## 5.6. Pembahasan

Secara umum hasil yang diperoleh sudah menunjukkan hasil yang optimal berupa waktu tercepat/jarak terdekat yang harus ditempuh dari masing-masing *node* sumber menuju *node* tujuan melalui rute-rute yang telah didapat, namun ada 1 *node* sumber yaitu *node* 6 yang mempunyai 2 rute untuk mencapai *node* A. Hal ini disebabkan karena dilakukan pembulatan dalam perhitungan.

Dalam pemodelan *dynamic network* pada penelitian ini, *time horizon*/rentang waktu yang diambil adalah  $T = 7$  unit waktu. Pengambilan  $T = 7$  ini dilakukan karena waktu paling lama dari *node* sumber menuju *node* tujuan adalah 7 menit dengan asumsi 1 unit waktu sama dengan 1 menit. Jika rentang waktu diambil  $T < 7$  maka ada *flow*/arus dalam hal ini pengungsi yang belum mencapai *node* tujuan dalam waktu tersebut, sebaliknya jika rentang waktu yang diambil  $T > 7$  dilakukan maka



pemindahan *flow*/arus dapat terus dilakukan berulang-ulang melalui rute yang sama selama rentang waktu tersebut.

Hasil yang didapat dalam penelitian ini berupa model jaringan jalan dari beberapa *node* sumber menuju *node* tujuan berupa jarak terdekat/waktu tercepat, tetapi belum mampu menghitung jumlah maksimum *flow*/arus yang dipindahkan. Hal ini dikarenakan tidak adanya data yang pasti mengenai jumlah orang pada masing-masing *node* serta kapasitas jalan yang tidak bisa dihitung.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Mencari *maximum dynamic flow* ekuivalen dengan menyelesaikan *Minimum Cost Flow Problem* (MCFP). Khususnya *temporally repeated flow* yang didapat dari dekomposisi rantai dari suatu *minimum cost flow* adalah *maximum dynamic flow*.
2. Penyelesaian problem evakuasi dengan pendekatan *maximum dynamic flow problem* (MCFP) pada suatu wilayah dengan kapasitas jalan dan jumlah orang yang akan dievakuasi tidak diketahui secara pasti hanya mampu mendapatkan model jaringan berupa jarak terdekat/waktu minimum yang dapat ditempuh dari tiap-tiap *node* sumber menuju *node* tujuan tetapi belum dapat menghitung secara pasti jumlah maksimum orang yang dapat dievakuasi melalui rute yang telah didapat.

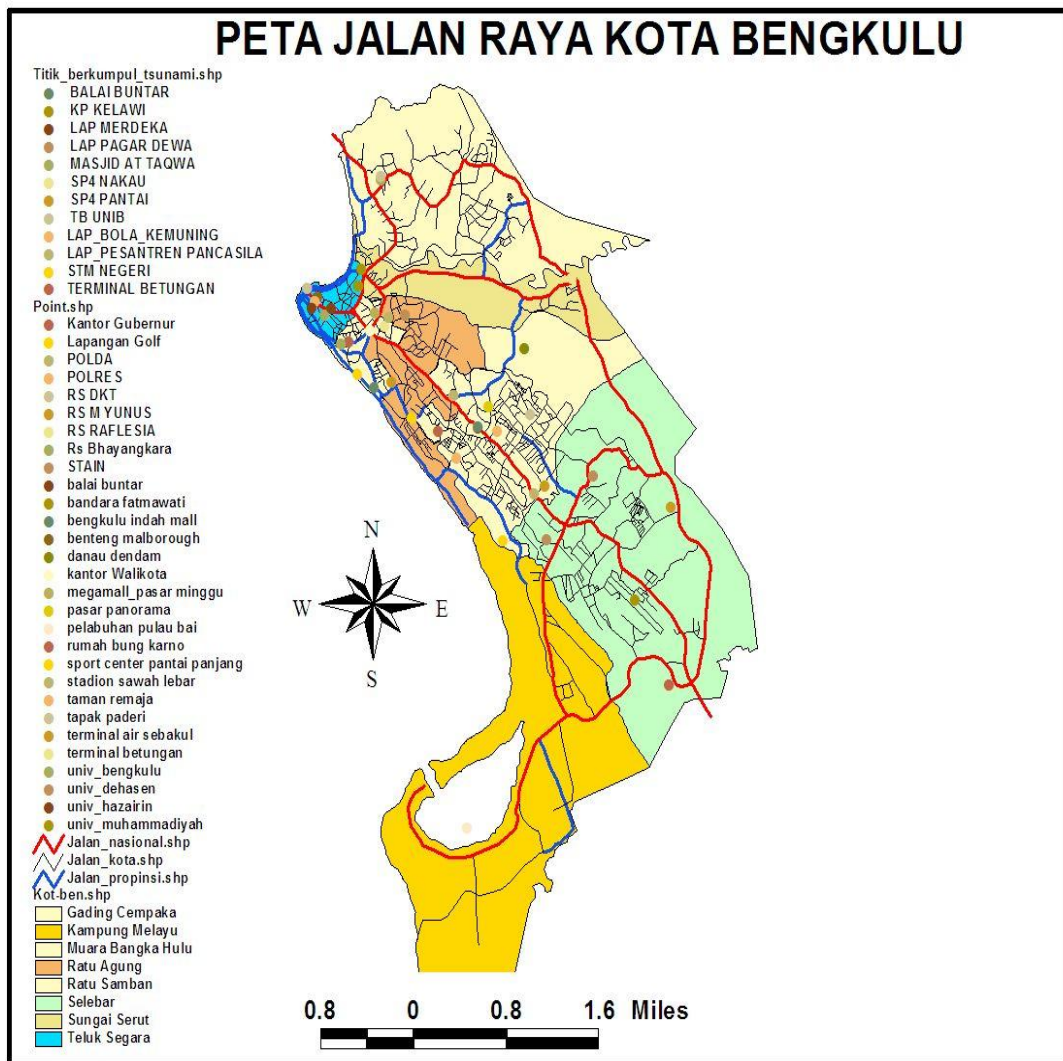
#### **6.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai, penelitian ini telah mampu mengkaji studi literatur *maximum dynamic flow problem* agar dapat diterapkan dalam model evakuasi bencana tsunami. Penelitian yang dilakukan masih terbatas pada satu kelurahan yang jumlah variabel dan data masih sederhana. Tetapi untuk jumlah variabel dan data yang lebih kompleks perlu dikaji lagi secara mendalam tentang penggunaan teori ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ballazs Kotnyek, 2003, *an Annotated Overview of Dynamic Network Flows*, Raport de recherche 4936
- BPPD Propinsi Bengkulu, 2010, *Atlas Peta Resiko Bencana Propinsi Bengkulu* . Bengkulu
- Damanik. M.R.S, 2008, *Pemodelan Tingkat Risiko Tsunami Kota Denpasar Menggunakan Citra ASTER dan Sistem Informasi Geografis*. Artikel PIT MAPIN, Bandung
- Fauzi, Y., Suwarsono. Rizal. Y, 2012, *Penataan Ruang Wilayah Pesisir Berbasis Mitigasi Bencana Sebagai Upaya Meminimalisir Dampak Resiko Bencana Tsunami Bagi Masyarakat Kota Bengkulu*. Laporan Penelitian Unggulan Universitas Bengkulu. Bengkulu
- Hamacher and Chandra, 2001, *Mathematical Modelling of Evacuation Problems: A State of Art*, Technical Report No. 24, ITWM.
- Harsanugraha. W.K dan Julzarika. A, 2008, *Analisa Pemodelan Tsunami dengan Pembuatan Peta Kerawanan dan Jalur Evakuasi dari Turunan SRTM90 (Studi Kasus: Kota Padang)*. Artikel PIT MAPIN, Bandung.
- James B Orlin, 1983, *Maximum Throughput Dynamic Network Flows*. Mathematical Programming 27 (1983) 214 – 231 North Holland
- Maria A. Fonoberova and Dmitrii D. Lozavanu, 2004, *The Maximum Flows in Dynamic Network*. **Computer Science** Journal of Malodova Vol. 12 no. 3 (36)
- Suwarsono, 2003, *Tingkat Pengetahuan Mitigasi Gempa Bumi dan Tsunami Ibu Rumah Tangga di Kota Bengkulu*, Jurnal Akselarası Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Vol. IX No. 5.

## Lampiran 1



## Lampiran 2

Tabel : 10.2.

### LOKASI BERKUMPUL DAN JALUR EVAKUASI DI KOTA BENGKULU

No.	LOKASI TITIK BERKUMPUL	KETINGGIAN	CAKUP WILAYAH EVAKUASI	JALUR EVAKUASI
1	Kampus Universitas Bengkulu	15 – 20 m dpl	Kel. Rawa Makmur Permai Kel. Rawa Makmur Kel. Beringin Jaya	Jl. UNIB Raya Jl. Kandang Limun Jl. Bandar Raya
2	Kampung Kelawi	14 m dpl	Kel. Pasar Bengkulu Kel. Kampung Bali Kel. Kampung Kelawi Kel. Tanjung Agung Kel. Tanjung Jaya	Jl. Pasar Bengkulu-Jl. Kalimantan-Jl. Enggano
3	Lapangan Merdeka	15 m dpl	Kel. Pondok Besi Kel. Malabero Kel. Sumur Meleleh Kel. Berkas Kel. Kebon Keling Kel. Tengah Padang	Jl. Pendakian-Jl. Depan Benteng Jl. Depan Lapas-Jl. SMP Carolus Jl. Pasar Barau-Jl. Dalam Pasar Baru Koto II
4	Mesjid At-Taqwa	14 m dpl	Kel. Penurunan Kel. Anggut Bawah	Jl. Pasar Baru-Jl. Nala Jl. Putri Gading Cempaka
5	Simpang Empat Pantai	12,5 m dpl	Kel. Penurunan Kel. Kebun Beler	Jl. Sedap Malam Jl. Kebun Beler
6	STM Negeri	13 m dpl	Kel. Lempuing	Jl. Batanghari Jl. Kampar Jl. Pembangunan
7	Lapangan Sepakbola Kemuning	10,5 m dpl	Kel. Lempuing Kel. Lingkar Barat	Jl. Pariwisata Jl. Ciliwung Jl. Serayur
8	Balai Buntar	19 m dpl	Kel. Lempuing Kel. Padang Harapan	Jl. Cimanuk Jl. Kap. Tendeau Jl. Natadira
9	Lapangan Pagar Dewa	15 dpl	Kel. Muara Dua Kel. Kandang Mas Kel. Bumi Ayu Kel. Kandang	Jl. Ir. Rustandi Sugiarto
10	Lapangan Pesantren Pancasila	20 m dpl	Kel. Jembatan Kecil Kel. Sawah Lebar Kel. Kebun Tebeng	Jl. Jembatan Kecil Jl. Gunung Bungkok Jl. Merapi Jl. Danau
11	Terminal Betungan	20 m dpl	Kel. Padang Serai Kel. Sumber Jaya Kel. Bumi Ayu Kel. Teluk Sepang	Jl. Raya Betungan Jl. Dua Jalur Simpang Kandis
12	Simpang Empat Nakau	21 m dpl	Kel. Tanjung Agung Kel. Tanjung Jaya Kel. Semarang Kel. Surabaya	Jl. Irian Jl. Halmahera Jl. Danau

Sumber : Bpk Arifin (Dinas Tata Kota dan Pengawasan Bangunan Kota Bengkulu), 2008.



### Lampiran 3

Nama Jalan	Jenis Jalan	Nama Pangkal Ruas	Nama Ujung Ruas	LOKASI KECAMATAN	Panjang m	Lebar m
Semarak 2	Lokal 2	Semarak Raya	WR. Supratman	M. Bangkahulu	1275	4
Semarak 3	Lokal 2	Semarak Raya	Semarak Raya	M. Bangkahulu	530	4
Setia Negara	Lokal 2	RE. Martadinata	Betungan - PD Serai	Selebar	2550	3,5
Teluk Sepang	Lokal 2	RE. Martadinata	Simp. Tiga Ngalam	Selebar	4100	4
Betungan - PD. Serai 1	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	Rumah Penduduk	Selebar	375	8
Betungan - PD. Serai 2	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	Rumah Penduduk	Selebar	750	8
Betungan - PD. Serai 3	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	Rumah Penduduk	Selebar	800	8
Betungan - PD. Serai 4	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	PD. Serai 4	Selebar	1200	8
Betungan - PD. Serai 5	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	Bumi Ayu	Selebar	400	8
Betungan - PD. Serai 6	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	RE. Martadinata 19	Selebar	800	8
Betungan - PD. Serai 7	Lokal 2	Betungan - PD. Serai	Rawa	Selebar	750	8
Abu Hanifah (Propinsi)	Lokal 2	Benteng	TP. Kasim Nasir	TL. Segara	700	6
Arraw	Lokal 2	Berlian	Pari	TL. Segara	418	4
Belato	Lokal 2	Pari	Prof. DR. Hazairin	TL. Segara	250	4
Benteng	Lokal 2	Ahmad Yani	Benteng	TL. Segara	250	4
Enggano	Lokal 2	Bali	Pasar Bengkulu	TL. Segara	1310	3
Kerapu	Lokal 2	Pari	M. Hasan	TL. Segara	610	4
Letkol. Santoso	Lokal 2	Ahmad Yani	Soekarno Hatta	TL. Segara	725	4
Peri	Lokal 2	Arraw	Kerapu	TL. Segara	580	4
Pratu Aidit	Lokal 2	Sentot Alibasyah	Ibnu Hajar	TL. Segara	466	4
Siti Khadijah	Lokal 2	Ahmad Yani	Benteng	TL. Segara	386	4,5
Teluk Segara (Propinsi)	Lokal 2	Km 0	Sp. Belakang Benteng	TL. Segara	800	7
Todak	Lokal 2	Prof. DR. Hazairin	Arraw	TL. Segara	258	5
Tongkol	Lokal 2	Tenggiri	Bawal	TL. Segara	232	7
TP. Kasim Nazir (Propinsi)	Lokal 2	Abu Hanifah	Zainul Arifin	TL. Segara	400	4
Veteran	Lokal 2	Ahmad Yani	Ahmad Yani	TL. Segara	615	5
W.H. Dahlan	Lokal 2	Siti Khadijah	Soedirman	TL. Segara	538	3

## Lampiran 4

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENELITI

#### a. Biodata Ketua Peneliti

##### A. IDENTITAS DIRI

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	<b>Zulfia Memi Mayasari, S.Si, M.Si</b>	<b>L/P</b>
2	Jabatan Fungsional	Lektor	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/Identitas lainnya	197312021998022001	
5	NIDN	002127301	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 2 Desember 1973	
7	Alamat Rumah	Perum Citra Kapuas Indah No. 18 Padang Harapan, Bengkulu.	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	081367379697	
9	Alamat Kantor	Gd. T Kampus UNIB Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu	
10	Nomor telepon/faks	(0736) 20919	
11	Alamat email	<a href="mailto:zulfiamm@unib.ac.id">zulfiamm@unib.ac.id</a>	
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1 = 7 orang	
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Aljabar Linier Elementer 2. Aljabar Linier 3. Struktur Aljabar	

##### B. RIWAYAT PENDIDIKAN

1	Program	<b>S-1</b>	<b>S-2</b>	<b>S-3</b>
2	Nama Perguruan Tinggi	UNSRI	UGM	-
3	Bidang Ilmu	Matematika	Matematika	-
4	Tahun Masuk	1992	2001	-
5	Tahun Lulus	1997	2004	-
6	Judul Skripsi/tesis	Penyelesaian Masalah Arus Biaya Minimum Dengan Metode Simpleks Jaringan Kerja	<b>Lattice Kongruen</b>	-
7	Nama Pembimbing	Drs. Eddy Roflin	Prof. Dr. Sri Wahyuni	-

##### C. PENGALAMAN PENELITIAN DALAM 5 TAHUN TERAKHIR

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1	2011	Pengembangan Teknik Pengolahan dan Analisis Citra Penginderaan Jauh melalui Perancangan Tapis Morfologi Matematik (anggota)	Funda-mental	32.000.000
2	2008-2009	Model Pengelolaan dan Pemanfaatan Lahan Wilayah Pesisir Kabupaten Berbasis Digital Studi Kasus : Pesisir Kota Bengkulu, Bengkulu (anggota)	Hibah Bersaing	70.000.000
3	2007	Implementasi Algoritma Filtering <b>Morfologi Matematik</b> Dalam Pengolahan Citra Digital Pada Matlab (anggota)	DM	10.000.000
4	2005	Analisis Linierisasi Matriks Polynomial Monik Dan Aplikasinya Pada Persamaan Differensial	PPD HEDS	2.000.000

		(Ketua)		
--	--	---------	--	--

**D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT DALAM 5 TAHUN TERAKHIR**

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber*	Jumlah
1	2006	Penerapan dan Pemasyarakatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Pembuatan Peta Administrasi Kecamatan Muara Bangkahulu Secara Digital	Dana DIPA UNIB	3.5000.000,-
2	2008	Upaya Peningkatan kemampuan Siswa SMA Desa Kembangseri Kecamatan Talang Empat, dalam Menghadapi Soal UAN Bidang Matematika Melalui Kegiatan Lomba Cerdas Tangkas (LCT) Matematika	Dana DIPA UNIB	3.000.000,-
3	2012	Aplikasi Ilmu Matematika dalam Pembahasan Tes Potensi Akademik Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kota Bengkulu	Dana DIPA FMIPA	2.000.000,-

**E. PUBLIKASI ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL DALAM 5 TAHUN TERAKHIR**

No	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume	Nama Jurnal
1	2005	Pembentukan dan Sifat-sifat Lattice Kongruen pada Semigrup.	1, 2 Juli	Gradien
2	2006	Linierisasi Matriks Polynomial	2, 2 Juli	Gradien
3	2008	Penyelesaian Persamaan Differensial dengan Menggunakan Matriks Polynomial	4, 2 Juli	Gradien
4	2009	Analisis Kesesuaian Lahan Wilayah Pesisir Kota Bengkulu Melalui Perancangan Model Spasial dan Sistem Informasi Geografis (SIG).	23,2 Desember	Forum Geografi
5	2010	Upaya Proses Belajar Mahasiswa pada Matakuliah Struktur Aljabar I Melalui Pendekatan Teori Apos Berbasis Komputer	Januari	Gradien

**F. PENGALAMAN PENYAMPAIAN MAKALAH SECARA ORAL PADA PERTEMUAN/SEMINAR ILMIAH DALAM 5 TAHUN TERAKHIR**

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar BKS PTN Wilayah Barat	ISETL untuk Pembelajaran Struktur Aljabar	Universitas Bengkulu, Tahun 2008
2	Seminar BKS PTN Wilayah Barat	Pengembangan Tapis Morfologi Matematik Menggunakan Teori Ordered Set Dan Lattice	Universitas Negeri Medang 2012

**G. PENGALAMAN PENULISAN BUKU DALAM 5 TAHUN TERAKHIR**

No.	Tahun	Judul Buku	Jumlah Halaman	Penerbit



Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggung jawabkan secara hukum. Dan apabila dikemudian hari ternyata dijumpai ketidak sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima resiko.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan hibah Penelitian Dosen Pemula BOPTN Tahun 2013.

Bengkulu, November 2013  
Pengusul

Zulfia Memi Mayasari, S.Si, M.Si  
NIP. 197312021998022001

### a. Biodata Anggota Peneliti

#### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap dan Gelar Akademik : **Dra. Baki Swita. M.Sc**
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
4. NIP/NIK/Identitas lainnya : 19601023 198503 2 003
5. NIDN : 00231060xx
6. Tempat dan Tanggal Lahir : Padang, 23 Oktober 1960
7. E-mail : [bswita@ymail.com](mailto:bswita@ymail.com)
8. No. HP / Telp : (0736) 28636; Hp. 081367758790
9. Alamat Kantor : Jalan W.R Supratman Kandang  
Limun Bengkulu
10. No. Telp / Fax : (0736) 21170 / (0736) 22105
11. Lulusan yang telah dihasilkan : S1 = 35 orang
12. Mata Kuliah yang diampu :
  1. Kalkulus I
  2. Kalkulus II
  3. Teori Bilangan

#### B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Padang	University of New England Australia	
Bidang Ilmu	Pend. Matematika	Matematika	
Tahun Masuk-Lulus	1984	1992	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	-	Pell Numbers and Pell Polinomials	
Nama Pembimbing/Promotor	-	Prof. A.F Horadam	

#### C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1	2004	Penerapan Peta Konsep pada Pengajaran Kalkulus Lanjut I Berbasis Maple	Hibah Pengajaran	
2	2006	Penyetaraan Kesetaraan Gender dengan Pendekatan Matematis	KW; DIKTI	
3	2006	Optimalisasi PBM Kalkulus II dengan Pendekatan Terpadu	T.Grant; ADB	

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1	2001	Sebagai Ketua Pengabdian Kepada Masyarakat yang berjudul “Bimbingan Kepada Guru SD dalam memahami Konsep Matematika di Desa Sri Kuncoro.	Dana Rutin UNIB	
2	2007-2008	Sebagai Fasilitator Bidang Matematika Rintisan SMA Bertaraf Internasional di SMAN 2 Kota Bengkulu	Dikdasmen	
3	2007-2009	Sebagai Fasilitator Bidang Matematika Rintisan SMA Bertaraf Internasional di SMAN 5 Kota Bengkulu	Dikdasmen	

**E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1	Integration Sequences and Derivative Sequences for Pell and Pell-Lucas Polinomials	The Fibonacci Quarterly	2 (1994), 130-135

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	BKS PTN Barat; UNJA	On the Properties of Pell Numbers Modulo Prime Fermat Numbers	2005. Jambi
2	DIKTI; BALI	Optimalisasi PBM Kalkulus II dengan Pendekatan Terpadu	2007, Bali
3	BKS PTN Barat; UNIB	The Properties of The Sequences Involving Pell Numbers	2008, Bengkulu

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dosen Pemula BOPTN Tahun 2013.

Bengkulu, November 2013

(Dra. Baki Swita, M.Sc)  
NIP. 196010231985032003

## b. Biodata Anggota Peneliti

### A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap dan Gelar Akademik : **Ulfasari Rafflesia, S.Si., M.Si**
2. Jenis Kelamin : Perempuan
3. Jabatan Fungsional : Lektor
4. NIP/NIK/Identitas lainnya : 19811118 200501 2 002
5. NIDN : 0018118101
6. Tempat dan Tanggal Lahir : Bengkulu, 18 November 1981
7. E-mail : [cha\\_oelz@yahoo.com](mailto:cha_oelz@yahoo.com)
8. No. HP / Telp : 085267804010
9. Alamat Kantor : Jurusan Matematika FMIPA Ged. T  
Lantai 1, Universitas Bengkulu  
Jl. WR. Supratman Kandang Limun  
Bengkulu
10. No. Telp / Fax : 0736 21170 / 0736 22105
11. Lulusan yang telah dihasilkan : S1 = 10 orang. S2 = - orang ,  
S3 = - orang
12. Mata Kuliah yang diampu :
  1. Kalkulus I
  2. Kalkulus II
  3. Persamaan Diferensial Biasa
  4. Pemodelan Matematika
  5. Riset Operasi I

### B. Riwayat Pendidikan

	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Andalas	Institut Teknologi 10 Nopember	
Bidang Ilmu	Matematika	Matematika	
Tahun Masuk-Lulus	2000 – 2004	2008 - 2010	
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi	Teorema Titik Tetap Pada Ruang Banach - n	Perbandingan Performansi Jaringan Learning Vector Quantization (LVQ) dan Radial Basis Function (RBF) untuk Permasalahan Klasifikasi Penyakit Karies Gigi	
Nama Pembimbing/Promotor	Drs. Syafrizal Sy, M.Si	Prof. Dr. M. Isa Irawan, MT.	

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir**

(Bukan Skripsi, Tesis, maupun Disertasi)

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1.	2008	Maksimisasi Produk Ikan Pelebaran di wilayah Pesisir Bengkulu	DIPA Universitas Bengkulu	5.000.000,-

**D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1.	2008	Pembahasan Soal Matematika dan Strategi Menghadapi SNMPTN untuk Meningkatkan Kualitas Proses Belajar Mengajar di Kelas Akselerasi SMA Negeri 2 Bengkulu	Mandiri	2.000.000,-
2.	2012	Upaya dan Strategi untuk Meningkatkan Kemampuan Siswa SMA Negeri 1 Taba Penanjung Kabupaten Bengkulu Tengah Dalam Menghadapi Soal UN Mata Pelajaran Matematika	DIPA UNIB	4.000.000,-
3.	2012	Aplikasi Ilmu Matematika Dalam Pembahasan Tes Potensi Akademik Bagi Siswa SMA Negeri 2 Kota Bengkulu	DIPA Fakultas MIPA UNIB	2.000.000,-

**E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir**

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Pendeskripsian Kontur dan Image Suatu Kawasan Eksplorasi Menggunakan Monte Carlo Markov Chain	Jurnal Gradien FMIPA UNIB	Vol. 04 No.01 Januari 2008.
2.	Kekonvergenan Suatu Barisan Pada Ruang Norm-2	Jurnal Gradien FMIPA UNIB	Vol. 04 No.01 Januari 2008.
3.	Penyelesaian Masalah Knapsack dengan Menggunakan Metode Branch and Bounch	Jurnal Gradien FMIPA UNIB	Vol. 05 No.01 Januari 2009.
4.	Penerapan Aljabar Max-Plus Pada Sistem Produksi Meubel Rotan.	Jurnal Gradien FMIPA UNIB	Vol. 08 No.01 Januari 2012.

**F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir**

No	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	Semirata BKS-PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu MIPA dan FMIPA	Penyelesaian Fisibel Dasar Awal Persoalan Transportasi dengan Menggunakan Metode Pendekatan Vogel	Universitas Bengkulu, 14 Mei 2008
2.	Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains V, FSM UKSW Salatiga	Perbandingan Performansi Jaringan LVQ dan RBF untuk Permasalahan Klasifikasi Karies Gigi	UKSW Salatiga, 10 Juni 2010

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Penelitian Dosen Pemula BOPTN Tahun 2013.

Bengkulu, November 2013

Ulfasari Rafflesia, M.Si  
NIP 19811118 200501 2 002